

HENRIQUE TESKE BARBIERI

**FERRAMENTAS INTEGRADAS DE ACESSO REMOTO
PARA APOIAR O AUTO-ESTUDO E A COMPETIÇÃO EM
JOGOS HEURÍSTICOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Ibrahim Direne

CURITIBA

2009

HENRIQUE TESKE BARBIERI

**FERRAMENTAS INTEGRADAS DE ACESSO REMOTO
PARA APOIAR O AUTO-ESTUDO E A COMPETIÇÃO EM
JOGOS HEURÍSTICOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Ibrahim Direne

CURITIBA

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

006.33

B236f

Barbieri, Henrique Teske, 1982-

Ferramentas integradas de acesso remoto para apoiar o auto-estudo e a competição em jogos heurísticos [manuscrito] / Henrique Teske Barbieri. – 2009.

v, 49f. : il. [algumas color.] ; 30 cm.

Impresso.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Informática, 2009.

“Orientador: Prof. Dr. Alexandre Ibrahim Direne”.

Bibliografia: f. 45-49.

1. Programação heurística. 2. Xadrez - Estudo e ensino. I. Universidade Federal do Paraná. II. Direne, Alexandre Ibrahim. III. Título.

Bibliotecário: **Arthur Leitis Junior – CRB9/1548**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Ibrahim Direne, pela confiança depositada em nosso trabalho e, principalmente, pelo excepcional trabalho desenvolvido, sempre com uma calma e didática exemplares, mesmo em situações alarmantes. Agradeço aos outros professores, principalmente do departamento de informática da UFPR, pelo conhecimento que me foi passado, em alguns casos mais de uma vez.

Um grande obrigado à minha família e especialmente aos meus pais (Valdir e Silvete), pelo apoio prestado, em todos os sentidos, desde sempre e principalmente no decorrer destes 7 anos de UFPR (4,5 de graduação e 2,5 de mestrado). Ao meu primo/amigo Diego, com quem as conversas de horas sobre os mais diversos assuntos sempre foram muito agradáveis.

Às minhas maiores influências, meus grandes amigos (não vou citar nomes, eles sabem quem são). Influências e incentivadores, não só na área acadêmica, com os quais eu aprendi muito e sem os quais eu muito provavelmente não teria chego tão longe (valeu piazada!). Finalmente à minha namorada Katya, que me “agüentou” nos momentos mais estressantes deste processo e me deu muito apoio e carinho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O Problema Central	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo geral	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 O Contexto do Projeto	3
1.4 Estrutura da Dissertação	4
2 RESENHA LITERÁRIA	5
2.1 Breve Histórico de Informática na Educação	5
2.2 Jogos Educacionais	6
2.3 Ferramentas de Apoio à Aprendizagem	8
2.4 Sistemas de Autoria	9
3 CONCEITOS DE INTEGRAÇÃO POR COMPETIÇÃO	13
3.1 Perícias do Centro de Excelência de Xadrez	13
3.2 Principais Conceitos Criados	15
3.2.1 Capacitação de instrutores	15
3.2.2 Auto-estudo monitorado dos aprendizes	16
3.2.3 Competição individual e coletiva	16
4 UMA ARQUITETURA PARA INTEGRAÇÃO DE FERRAMENTAS	18
4.1 Arquitetura Funcionalista	19

4.2	Assistente de Aprendizagem (Ferramenta de apoio ao auto-estudo)	20
4.3	Módulo Gerenciador de Torneios	21
4.4	Módulo de Agentes	22
4.5	Módulo de Heurísticas	22
4.6	Módulo do Ambiente de Jogo	23
4.7	Módulo de Colaboração	24
5	MÉTODOS E FERRAMENTAS PARA GERÊNCIA DE COMPETIÇÃO	25
5.1	Método e Ferramenta de Emparceiramento	25
5.1.1	O emparceiramento suíço	26
5.1.2	O algoritmo de emparceiramento	29
5.2	Ferramenta SiGT de Gerência de Competição	31
5.2.1	Aspectos Lógicos	32
5.2.2	Funções	33
5.2.3	Interface	34
5.2.4	Aspectos Complementares	40
6	CONCLUSÃO	42
6.1	Trabalhos Futuros	43
	BIBLIOGRAFIA	49

LISTA DE FIGURAS

3.1	Eventos em parceria com o CEX	14
3.2	Registros de acessos ao SiGT	14
3.3	Visão geral da integração ferramenta de apoio ao auto-estudo	17
4.1	Esquema cliente-servidor das ferramentas básicas	18
4.2	Visão funcionalista da arquitetura da shell integradora	20
5.1	Emparceiramento da segunda rodada do método suíço sem empates	28
5.2	Estrutura do banco de dados	33
5.3	Tela inicial do SiGT	34
5.4	Seqüência de inclusão de jogador.	35
5.5	Caixa de procura de jogadores.	35
5.6	Seqüência de visualização de eventos.	36
5.7	Seqüência de inclusão de eventos.	37
5.8	Tela após criar/selecionar eventos que o usuário é gerente	38
5.9	Tela após criar/selecionar eventos que o usuário é gerente	39
5.10	Emparceiramento	39
5.11	Menu dos administradores	40
5.12	Opções para administradores.	40

RESUMO

É apresentado neste trabalho o problema principal da integração de ferramentas de suporte ao ensino em uma arquitetura cliente-servidor. A hipótese de pesquisa é baseada nos benefícios da alternância entre competição e colaboração para jogos heurísticos, tal qual se encontra descrita em trabalhos anteriores do mesmo grupo de pesquisa. Uma resenha literária descreve os três campos da Informática na Educação mais próximos da iniciativa deste trabalho: jogos educacionais (JE), ferramentas de apoio à aprendizagem ou sistemas tutores inteligentes (STI) e sistemas de autoria (SA). São apresentados e desenvolvidos os conceitos que permeiam a utilização de sistemas computacionais com ferramentas de apoio ao ensino e as perícias a eles relacionadas. A solução adotada apresenta os principais módulos de uma arquitetura integradora entre as diversas e complexas ferramentas do ambiente Xadrez Livre, de apoio ao ensino de xadrez, tal como descrito na Introdução. Os detalhes de implementação de algumas das ferramentas já criadas são discutidos e exemplificados. Tais detalhes mostram a viabilidade de utilização do ambiente proposto através da criação de um protótipo funcional de uma das ferramentas. Também mostram que as competições, tanto entre os humanos como entre robôs, podem se desenvolver de maneira remota e com um número muito grande de competidores.

ABSTRACT

In this work the main problem of integration of several teaching support tools is presented in a client-server architecture. The research hypothesis is based on the benefits of the alternation between competition and collaboration for heuristic games, which are described in previous papers from this very research group. A literature review describes the three fields of Computers in Education that are closer to this work's initiative: educational games (JE), learning support tools or intelligent tutoring systems (STI), and authoring tools (SA). The text also presents new concepts that underlie the use of computer systems along with software tools for supporting learner and expert development tasks. The solution adopted presents the main modules of an integrated architecture for encompassing the various and complex learning tools of the Xadrez Livre environment, as described in the Introduction. The implementation details of some of the already developed tools are discussed and exemplified. The feasibility of proposed environment is suggested through the creation of a working prototype centered upon the main functions of planning and managing of competitions. It is also claimed that such competitions, both among humans and among robots, will evolve towards remote access for very large numbers of competitors.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentada uma visão geral do trabalho, os fatos motivadores da sua elaboração e o contexto em que se encontra. Inicialmente será exposto o problema central e principal contribuição do projeto. Em seguida, os objetivos (principal e secundário) almejados e, finalmente, o contexto que dá a base ao desenvolvimento do projeto. Ao fim deste capítulo serão apresentados os demais capítulos e a organização desta dissertação.

1.1 O Problema Central

No ambiente acadêmico é vasta a pesquisa que sugere que a utilização de jogos heurísticos para o desenvolvimento do raciocínio lógico é muito eficiente [6] [13] [28]. Seguindo esta linha, é possível identificar que, apesar de comprovados os benefícios desta atividade lúdica, muito pouco é feito para torná-la acessível e disponível para alunos.

O principal foco das pesquisas já desenvolvidas é a melhoria do desempenho escolar dos alunos através da utilização de conceitos e ferramentas de software para ensino de xadrez e de seus conceitos heurísticos. Isto é feito aplicando conceitos de ensino utilizando a alternância entre competição e colaboração, o que segundo [27] oferece uma evolução contínua de aprendizado. Mesmo com as melhorias provenientes da utilização destas ferramentas, ainda falta uma inclusão desta modalidade como parte do currículo das escolas.

No estágio atual, além de melhorias e aperfeiçoamentos que fazem parte do desenvolvimento de produtos de software, são necessários incentivo e capacitação de professores e instrutores. Na rede pública de ensino, principalmente, são poucos os casos em que professores se dispõem a atuar como instrutores, e mesmo quando isto acontece, eles não possuem a capacitação apropriada, seja na falta de conhecimento e habilidade de jogar xadrez, seja na capacidade de ensinar ou seja na atitude de promover competição sadia e

dentro de regras aceitas na comunidade internacional.

A partir da idealização do PROTEX (Projeto de Tipificação do Ensino de Xadrez) [13] um longo caminho já foi percorrido na utilização do xadrez como material escolar, principalmente com a criação de diversas ferramentas e sub-produtos de auxílio para ensino do xadrez [18] [28] [10] [14] [32] [9] [19] [16] [20] [33] [35]. O projeto foi inicialmente financiado pelo Ministério da Educação e foi associado ao projeto nacional de xadrez nas escolas públicas brasileiras. Este último, por sua vez, financiado pelo Ministério dos Esportes e coordenado e executado pelo CEX (Centro de Excelência em Xadrez). Maiores detalhes serão apresentados na Seção 3.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste projeto de Mestrado é o de ampliar o conjunto de ferramentas de software do referido projeto maior de xadrez nas escolas de maneira a sedimentar a base de tecnologia educacional já fundada em software livre e suas áreas associadas. A partir das ferramentas já desenvolvidas, ou em desenvolvimento, advindas do projeto de xadrez nas escolas, a ampliação é voltada ao estudo das características, das competências e das condições que permitem disponibilizar um arcabouço teórico e prático de interação eficiente entre estas ferramentas. Quando se fala em “eficiente”, é tratada da capacidade do ambiente de promover a alternância entre competição e colaboração de forma transparente e simples tanto para os instrutores quanto para os alunos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos pode-se destacar a criação de um modelo utilizável, baseado nas ferramentas já desenvolvidas e em novas ferramentas sendo desenvolvidas tal que demonstrem a possibilidade de um usuário:

- obter instrução com assistência de um superior;

- obter auto-instrução (auto-estudo);
- jogar xadrez utilizando o computador;
- realizar e gerenciar competições.

1.3 O Contexto do Projeto

O contexto dessa dissertação está inserido no projeto de apoio computacional ao ensino de xadrez nas escolas públicas brasileiras. A iniciativa tem sido conduzida sob a forma de parceria entre a Universidade Federal do Paraná (UFPR), por meio do C3SL (Centro de Computação Científica e Software Livre) do Departamento de Informática, o Governo Federal por meio da Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação e o CEX (Centro de Excelência em Xadrez) do estado do Paraná.

O projeto maior de xadrez nas escolas é de natureza interdisciplinar e conta com o apoio de especialistas em diversas áreas. Os conceitos abordados pela equipe de autores do presente projeto incorporam também especialidades de apoio ao Xadrez por meio da Informática e Ciência da Computação. Podemos destacar entre os resultados obtidos desta dissertação de Mestrado para projeto maior os seguintes:

- desenvolvimento do ambiente de jogo via *browser*;
- complementação do desenvolvimento de um curso interativo de xadrez *online*;
- apoio à organização do evento de Faxinal do Céu - PR;
- parceria com o projeto Paraná Digital do governo do Paraná para a distribuição das ferramentas de software;
- aplicação do gerenciador de torneios do Xadrez Livre no VII e no VIII Circuito Escolar de Xadrez de Curitiba.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está organizada em 6 capítulos. Depois desta introdução, no Capítulo 2 será apresentado o estágio atual de desenvolvimento de sistemas voltados para jogos educacionais online, ferramentas de apoio à aprendizagem e sistemas de autoria. No Capítulo 3, serão discutidos os conceitos relativos ao aprendizado e à competição. No Capítulo 4 será exposto o modelo de arquitetura proposto. No Capítulo 5 serão detalhados os métodos e as ferramentas utilizadas para a criação e gerenciamento de competições, e finalmente, no Capítulo 6 serão apresentadas as conclusões e idéias de continuidade da dissertação.

CAPÍTULO 2

RESENHA LITERÁRIA

2.1 Breve Histórico de Informática na Educação

A utilização de sistemas computacionais como meio de distribuir conhecimento de forma mais eficaz vem sendo aplicada desde os primórdios da computação moderna. Em meados da década de 50 foram desenvolvidos os primeiros programas que tinham o intuito de ensinar¹ [31]. Estes ST, chamados *Computer-Assisted Instruction/Learning* (CAI/CAL), tinham uma forma linear de ensino, ou seja, eram identificadas as características comuns à maioria dos alunos e aplicavam-se esses conceitos na sua construção. Não eram levadas em consideração as diferenças pessoais dos aprendizes, o que dificultava a individualização e a retroalimentação.

Cerca de 3 (três) décadas mais tarde, a evolução dos sistemas lineares chegou à classe dos ST que melhorava os aspectos generalistas dos CAI/CAL. Esses sistemas, que ficaram conhecidos como Sistemas Tutores Inteligentes (STI), vêm sendo aprimorados desde então. Os STIs separam claramente o conteúdo a ser ensinado das estratégias de ensino. Ao se definir o conteúdo, ou seja, *o que* será ensinado, define-se o domínio do sistema. Definindo a estratégia, tem-se *como* esse conteúdo será apresentado no que diz respeito à ordem (seqüência) e à forma final (exercícios, auxílios visuais etc) [30].

Paralelamente ao desenvolvimento dos STs também evoluía o desenvolvimento de Sistemas de Autoria (SA). Os SAs têm por objetivo facilitar o desenvolvimento de materiais para alimentar os STs [21]. Inicialmente os SAs eram simplesmente a formalização de uma linguagem com primitivas simples que se relacionavam com o conteúdo desejado que seria posteriormente exibido no CAI/CAL. Hoje em dia o desenvolvimento de SAs é uma área que demanda tanto ou mais pesquisa do que o desenvolvimento de STs.

Paralelamente ao campo de Informática na Educação, os jogos eletrônicos avançaram

¹Sistemas de aprendizado de forma geral serão referenciados como Sistemas Tutores (ST)

muito. Eventualmente, esse campo promissor rapidamente esbarrou nas fronteiras do software educacional. Nesse colapso de idéias, duas grandes linhas se formaram. Uma delas foi a dos jogos destinados ao exercício de conteúdos específicos de disciplinas escolares (*e.g.*, Matemática, Física etc). A segunda linha foi a dos jogos heurísticos, que teve no xadrez o principal representante da categoria. Além deste breve histórico de Informática na Educação com ênfase em jogos educacionais e heurísticos, as três próximas seções se aprofundam um pouco mais em um resumo crítico de cada tópico aqui descrito.

2.2 Jogos Educacionais

O termo “jogo educacional” normalmente faz referência às manifestações sobre a criação e aplicação de jogos eletrônicos destinados ao ensino de conceitos de uma disciplina específica [34][4]. O exemplo mais claro desta classificação é o ensino de Matemática através de meios computacionais. Diversos sites como o *Math Playground*² ou o *Só Matemática*³ têm tirado proveito desse tipo de jogo.

Jogos sobre tópicos específicos de matérias escolares tradicionais produzem um efeito extremamente benéfico nos alunos, porém, na maioria das vezes servem para ensino pontual de um assunto restrito e podem não estimular o desenvolvimento cognitivo dos alunos para aspectos mais genéricos e interdisciplinares. Para complementar os jogos educacionais, os jogos heurísticos oferecem situações altamente abstratas, que favorecem esse desenvolvimento cognitivo [11]. De acordo com diversos autores [24] [25] [12] [17], a prática de jogos heurísticos, tais como o **xadrez** e **damas**, pode gerar um diferencial de aprendizagem que os jogos eletrônicos educacionais de assunto específico, supostamente, não conseguem atingir.

A categoria de ensino que emprega jogos heurísticos como forma de estimular o raciocínio lógico dos aprendizes é também conhecida como a área de jogos heurísticos educacionais. Existem diversos serviços que oferecem um ambiente de jogo dos mais variados jogos heurísticos, porém, eles têm uma característica em comum: são de natureza

²<http://www.mathplayground.com>

³<http://www.somatematica.com.br>

puramente competitivas. Nestes serviços são disponibilizados, na maioria das vezes, locais de notícias sobre o jogo e um local para o jogo propriamente dito entre os frequentadores. Como exemplo, podemos citar a página do *Chesspark*⁴, que é um servidor de xadrez apenas para notícias e competições, além de ser um clube pago. Outro serviço deste tipo é o "Queen Alice Internet Chess Club", que tem as mesmas características do *Chesspark*.

Outra categoria de jogos, que em alguns casos específicos podem ser utilizados como ferramentas de ensino, são os jogos de azar. Por exemplo o jogo de *poker* poderia ser utilizado para o ensino de conceitos de probabilidade e análise combinatória. Apesar disto, os servidores deste tipo de jogo também têm natureza puramente competitiva e de apostas.

Na fronteira com a Informática na Educação, entre os grandes exemplos de como as ferramentas computacionais podem ser (bem) aplicadas à educação é o software *Calques3D* [22][23]. Este aplicativo foi desenvolvido de modo a permitir a aprendizagem de conceitos de Geometria de uma forma conhecida como Geometria Dinâmica Espacial. A criação de aplicativos desta natureza apenas é possível devido à evolução dos ambientes eletrônicos. Da mesma forma, conceitos desenvolvidos para a criação de ferramentas e ambientes que permitem a alternância entre competição e colaboração para jogos heurísticos educacionais devem ser aplicados de forma a tirar proveito da arquitetura integrada e distribuída, disponível via Web.

Finalmente é possível de se constatar que, ao contrário do que ocorreu com os jogos educacionais de conteúdos específicos, ainda resta muito a ser feito em termos de conceitos e ferramentas de software para o projeto e implementação de ambientes de aprendizagem de jogos heurísticos educacionais. Não é por acaso que esta lacuna ainda não foi preenchida, pois as dificuldades de se criar e manter tal ambiente são as mais variadas. Elas incluem desde a definição de um ambiente intuitivo aos usuários até a necessidade de se manter intenso contato com especialistas, instrutores e aprendizes desses jogos.

⁴<http://www.chesspark.com>

2.3 Ferramentas de Apoio à Aprendizagem

O objetivo dos STIs é que através da interação com um aprendiz o processo de aprendizagem seja individualizado e, conseqüentemente, facilitado. Para tanto são utilizados conceitos pedagógicos e computacionais aliados à utilização de modelos de conteúdo instrucional (o que ensinar) estruturados estrategicamente (como ensinar)[30]. O grande trunfo dos STIs é a possibilidade de individualização do ensino.

Segundo a classificação descrita em [30] os STIs estão divididos em 7 categorias baseadas nos tipos de domínios, nas tarefas que eles prevêm, no grau de dificuldade de criar os conteúdos e na profundidade e fidelidade utilizada para representar o conhecimento. As categorias são brevemente descritas a seguir:

Seqüenciamento e Planejamento de Currículo - Os conteúdos são apresentados em forma hierárquica como cursos, módulos, lições etc. e possuem relações entre si como pré-requisito, faz parte, sucessor etc.

Estratégias Tutoriais - É similar ao anterior, mas apresenta um maior refinamento na definição da ordem de apresentação dos conteúdos. Por exemplo, em estratégias tutoriais define-se que tipo de exercícios e quando serão apresentados, quando deverá aparecer dicas ou definições de conteúdo, quando mostrar explicações etc.

Simulação de Dispositivos e Treinamento em Equipamentos - Como o nome já diz, serve para o ensino de utilização de equipamentos e dispositivos físicos. Normalmente uma interface similar à do equipamento (ou de parte dele) é apresentada e a instrução é dada sobre esta interface.

Sistemas Especialistas e Tutores Cognitivos - A seqüência dos conteúdos é definida baseada nas avaliações de evolução do aprendiz. Por exemplo durante a resolução de determinado exercício o sistema avalia imediatamente a resposta e baseado nessa resposta apresenta o conteúdo seguinte.

Múltiplos Tipos de Conhecimento - Baseia-se no fato de que o conhecimento pode ser entendido como fatos, conceitos e procedimentos. Desta forma, fatos podem

ser ensinados com repetição e dispositivos mnemônicos, conceitos são ensinados utilizando analogias e procedimentos são ensinados evolutivamente. Portanto sistemas desta categoria são feitos possibilitando a decomposição de habilidades complexas em componentes de conhecimento e ligações entre estes componentes.

Sistemas de Propósitos Específicos - Sistemas especializados em uma tarefa ou domínio específico. São parecidos com os da categoria Sistemas Especialistas e Tutores Cognitivos, mas têm um foco mais específico utilizando tarefas menos abrangentes.

Hipermídia Inteligente/Adaptativa - Advém de sistemas de hipermídia adaptativa e tutores baseados na navegação dos browsers. Neste tipo de sistema os links disponíveis para os alunos devem ser filtrados e ordenados de forma inteligente baseada em um perfil (ou modelo) que pode levar em consideração pré-requisitos, carga cognitiva, dificuldade etc.

2.4 Sistemas de Autoria

Uma das barreiras encontradas para a utilização dos STIs está no fato de que o processo de criação de conteúdos pode ser extremamente trabalhoso e que demanda conhecimentos que estão além do domínio do sistema. Na maioria dos casos, para se criar conteúdos são necessários conhecimentos, mesmo que básicos, de programação de computadores em uma determinada linguagem.

O principal objetivo dos sistemas de autoria é preencher esta lacuna no processo de criação de sistemas tutores. Para isto, os Sistemas de Autoria (SAs) apresentam (ou deveriam apresentar) um ambiente de criação simples e intuitivo para os autores, permitindo a diminuição no esforço para a criação de material eletrônico. Outras consequências da utilização de ambientes de alto nível de descrição abstrata são: menor necessidade de habilidades que estão fora do escopo do conteúdo do material criado, maior facilidade de organização pedagógica e facilidade na avaliação dos conteúdos produzidos.

Diversos SAs para as mais variadas finalidades e domínios já foram desenvolvidos. É bom ter em mente que para cada categoria de STI para a qual se deseja criar conteúdo,

diferentes conceitos e métodos de criação de SAs são empregados. Por exemplo, para a criação de conteúdos instrucionais para um STI do tipo “Simulação de Dispositivos e Treinamento em Equipamentos” a interface apresentada ao aprendiz não será muito diferente do que o aprendiz verá ao interagir com o equipamento real. Nesses casos, de acordo com Murray [30] o maior esforço de criação de conteúdo será no detalhamento das lições e operações de solução de problemas realizadas no domínio específico. Da mesma forma, STIs do tipo “Hipermissão Inteligente/Adaptativa” terão um foco muito mais no modelo pedagógico e de evolução do aprendizado.

No que diz respeito à facilidade de criação de conteúdos, em alguns sistemas, como o REDEEM [26], todo o conteúdo é inserido preenchendo-se campos pré-definidos. Isso faz com que esse processo exija o mínimo possível de conhecimentos específicos, que não dizem respeito ao conteúdo. Outros ambientes, tal como o Eon [29], fornecem bem mais flexibilidade de criação dos quatro modelos fundamentais de um STI. O Eon deixa livre para o autor diversas decisões, tal como uma determinada lição se relaciona com outra. Um outro exemplo de grau de liberdade está na distribuição dos conteúdos estudados pelo aluno ao longo de uma área específica.

A maior flexibilidade, normalmente, implica em um período muito mais longo de treinamento do autor. Esse tempo serve para que ele possa absorver os elementos semânticos e, principalmente, de pragmática da linguagem de autoria. Além disso, também devem ser levados em conta os aspectos puramente ligados à operação das ferramentas de autoria. Esses últimos podem afetar as plataformas de publicação e distribuição dos conteúdos produzidos. Como exemplo, podem ser citados os sistemas de publicação e divulgação baseados na web onde os alunos utilizam os STIs diretamente através do navegador (*browser*).

Há ainda a categoria de sistemas de autoria que tentam inferir o máximo de elementos didático-pedagógicos. Isso é feito a partir da representação do conhecimento fornecida pelo autor sobre a solução de problemas no domínio de especialidade. Um exemplo de tal sistema é o Demonstr8 [5]. Ele permite que o autor realize explicitamente os passos de transformação atômica de elementos da solução de problema no domínio para então inferir parte dos aspectos didático-pedagógicos a partir disso.

Um breve resumo de cada um dos três SAs citados acima pode ser apresentado como segue.

REDEEM - este SA utiliza o conceito de conhecimento embarcado (*embedded knowledge*), onde o conhecimento relativo ao domínio do STI está presente no sistema. Por exemplo quando o STI e o SA têm como objetivo principal o ensino do xadrez, as regras e características (tabuleiro, peças, ...) do xadrez fazem parte do sistema. Neste caso é mais simples de se prever quais objetos e procedimentos podem ser inseridos no conteúdo criado.

Demonstr8 - este SA gera conteúdos principalmente para STIs do tipo “Sistemas Especialistas e Tutores Cognitivos”. Ele utiliza um interpretador baseado em regras de produção, no qual as regras são derivadas de um conjunto grande de casos de exemplares de solução de problemas. Na programação baseada em exemplos, procedimentos mais generalistas podem ser inferidos através de exemplos mais específicos.

Eon - no Eon o autor define uma interface padrão de apresentação aos aprendizes e a interação é realizada baseada neste padrão. Uma das principais diferenças do Eon com relação aos outros SAs está no fato de ele permitir que o autor atribua valores aos tópicos baseando-se nas respostas e ações dos aprendizes. Tais valores são então aplicados como parâmetros heurísticos para gerar as ordens de instruções inteligentes.

Finalmente, o estudo apresentado em [3], faz duas constatações importantes. A primeira aparece ao comparar a evolução do aprendizado de alunos utilizando sistemas de treinamento baseados em computador sem qualquer interferência de sistemas tutores inteligentes gerados através do REDEEM. Para essa avaliação, um grupo de estudantes foi dividido em subgrupos. Os alunos então fizeram um curso sobre genética alternadamente, com e sem o REDEEM. Os resultados mostram que, apesar de pequena, houve uma evolução no aprendizado utilizando os STI do REDEEM.

A segunda constatação aparece na avaliação comparativa entre o processo de criação de cursos com e sem a utilização do REDEEM. Sem o REDEEM, os cursos foram criados

utilizando apenas navegação “avançar” e “voltar”. Paralelamente, utilizando o REDEEM, foram dados mais controles aos STI produzidos, assim como facilidades interativas de macro-adaptação do conteúdo à evolução do aluno, o que requer a ligação explícita das entradas fornecidas pelo aprendiz e os blocos de conhecimento organizados internamente no STI.

CAPÍTULO 3

CONCEITOS DE INTEGRAÇÃO POR COMPETIÇÃO

3.1 Perícias do Centro de Excelência de Xadrez

O Centro de Excelência de Xadrez é uma organização que tem como objetivo fornecer ambientes, ferramentas e *know-how* para o aprimoramento e disseminação de conhecimentos relacionados ao xadrez, de forma ágil e interativa. Idealizado pelo Grande-Mestre enxadrista Jaime Sunyé Neto, é responsável pela capacitação de instrutores e árbitros em mais de 20 estados brasileiros, principalmente através do Projeto Nacional de Xadrez nas Escolas Públicas [18] [28] [10] [14] [32] [9] [19] [16] [20] [33] [35].

Os conceitos apresentados a seguir neste capítulo (Seção 3.2) e as ferramentas descritas nos Capítulos 4 e 5 foram definidos com base nos requisitos levantados a partir da cooperação com o CEX nos projetos Estadual e Nacional de Xadrez nas Escolas Públicas. Esses conceitos e ferramentas, após identificados e desenvolvidos, puderam ser aplicados em diversos eventos competitivos organizados pelo CEX. Entre os principais desses eventos, podemos citar:

VI Seminário Internacional: Xadrez Esporte Educacional (ver Figura 3.1(a)): Evento

realizado no Centro de Capacitação de Faxinal do Céu - PR, de 3 a 7 de dezembro de 2007, que reuniu cerca de 200 professores e 600 alunos da rede pública de ensino do Paraná, além de alunos de escolas da Argentina, Uruguai, Chile e Panamá.

VII e o VIII Circuito Xadrez Escolar de Curitiba (ver Figura 3.1(b)): O Circuito

de Xadrez Escolar de Curitiba ocorre todos os anos (em setembro) e é um torneio de xadrez presencial entre as escolas (públicas e privadas) de Curitiba e região metropolitana. Ele envolve desde alunos de ensino fundamental até ensino superior e a comunidade (pais de alunos e professores). Participam de cada etapa (em 2007 e 2008) do circuito em média 650 pessoas e o gerenciamento do torneio foi todo

realizado pelo sistema SiGT (Sistema de Gerenciamento de Torneios), descrito no Capítulo 5 desta dissertação.



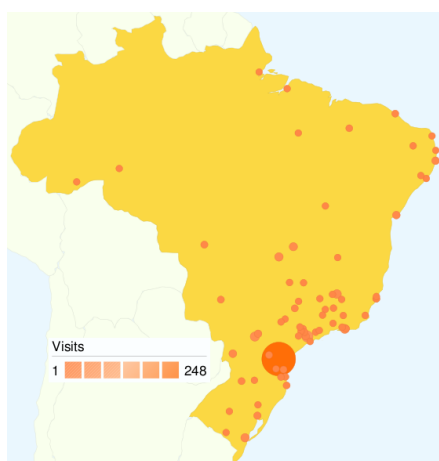
(a) VI Seminário Internacional de Xadrez



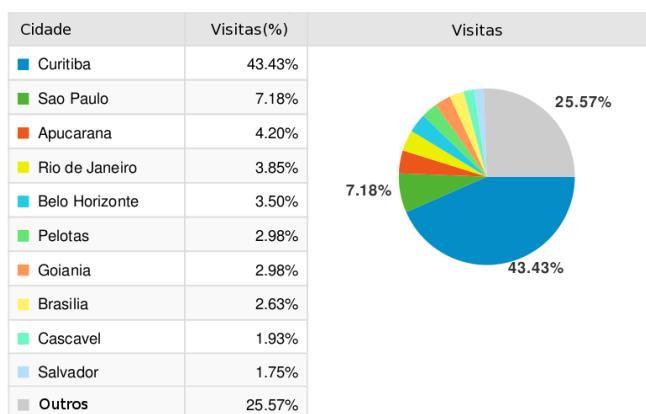
(b) Circuito Xadrez Escolar de Curitiba

Figura 3.1: Eventos em parceria com o CEX

Foi através da parceria com o CEX que o SiGT tornou-se um sistema de emparceiramento conhecido em todo o território nacional, como mostra o mapa de utilização do site na Figura 3.2. Pode-se verificar que a maior parte dos acessos tem origem no Paraná, pois é aonde ele foi mais amplamente divulgado, porém já está ocorrendo acessos em todo o Brasil.



(a) Mapa de utilização



(b) Acessos por cidade

Figura 3.2: Registros de acessos ao SiGT

3.2 Principais Conceitos Criados

Os conceitos aqui apresentados são os pontos fundamentais da contribuição desta dissertação sob o ponto de vista da disseminação tecnológica de conhecimento criado no ambiente científico. Estes conceitos evoluíram do contato direto com profissionais qualificados do ensino de xadrez do CEX. Em resumo, os referidos conceitos adaptados para serem aplicados com apoio computacional são brevemente listados a seguir.

- Capacitação de instrutores;
- Auto-estudo monitorado dos aprendizes;
- Competição individual e coletiva.

Esses três conceitos individualmente são importantes no ensino de xadrez, mas apenas cooperando entre si formam uma base de aprendizado sólida. Nas subseções seguintes, cada um desses conceitos será detalhado, juntamente com uma argumentação que defende a sinergia entre eles.

3.2.1 Capacitação de instrutores

Em qualquer ambiente de aprendizado, seja ele de auto-estudo, ensino individualizado, ou ensino coletivo em geral, para um melhor aproveitamento dos conteúdos e dos recursos, são necessários instrutores bem preparados. Ou seja, a capacitação de instrutores é um passo fundamental para o ensino eficiente. Como já foi citado no Capítulo 1, em se tratando de ensino de xadrez nas escolas brasileiras, foi muito fraco ou inexistente o apoio à capacitação de professores no passado. Isso provocou muitas restrições sobre prática tanto da experiência de ensino quanto do próprio jogo e suas regras.

Quando tratamos de aprendizado de jogos heurísticos adversaristas é muito importante que a capacitação dos instrutores seja feita com ênfase em uma abordagem de competição planejada. Essa ênfase permite que os instrutores, durante o aprendizado, identifiquem as situações em que se enquadra a realização de pequenos torneios para um aprendiz pôr à prova os conhecimentos adquiridos durante o passo anterior de instrução.

Desta forma, ferramentas que suportam o auto-estudo e a competição são de extrema importância no processo de aprendizado tanto para o instrutor quanto para o aluno. Estas ferramentas devem aplicar e tornar comuns os conceitos e os métodos que são mais comumente utilizados e bem aceitos na comunidade internacional e nas federações de xadrez.

3.2.2 Auto-estudo monitorado dos aprendizes

Uma das características que deve estar presente nas ferramentas de auto-estudo é a possibilidade de permitir a intervenção de instrutores no processo de aprendizado de forma individual ou coletiva (ver Figuras 3.3). Através do controle da evolução dos alunos, seja acompanhando as notas nos exercícios, seja nos resultados das competições, sempre que um aluno ou um grupo de alunos encontrar problemas ou desafios, é possível que o instrutor identifique este degrau de limitação e utilize os meios disponíveis para elicitar novas questões para promover mudança de curso no aprendizado.

As ferramentas de auto-estudo devem, portanto, ter mais duas características: a capacidade de permitir a identificação de possíveis falhas no processo de ensino ou no conteúdo e a capacidade de permitir a interação direta do instrutor sobre um aluno ou sobre grupos de alunos quando isto for desejável.

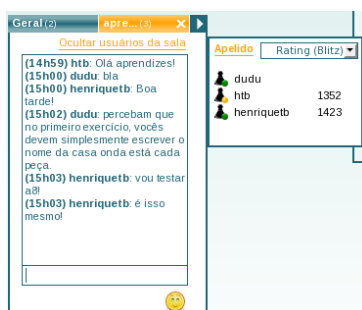
Com o aprendizado e acompanhamento individualizado é possível que, utilizando-se de bases mais criteriosas, determine-se um *rating* aproximado baseado em resultados de lições e exercícios. Por exemplo, pode-se pedir para que um aluno resolva determinado tabuleiro, e baseado no tempo que o aluno levou, no número de tentativas e até na “qualidade” das tentativas, seja possível definir um *rating* aproximado.

3.2.3 Competição individual e coletiva

A competição no processo de aprendizagem pode se dar em dois níveis principais: a competição individual e a coletiva. Competição individual é aquela em que os aprendizes duelam entre si após estágios de aprendizado. Esse tipo de competição faz com que os alunos façam o máximo esforço para aplicar os conhecimentos adquiridos com o auto-



(a) Ferramenta de apoio ao auto-estudo



(b) Visão através do módulo de jogo

Figura 3.3: Visão geral da integração ferramenta de apoio ao auto-estudo

estudo. Em casos específicos, eles podem ser utilizados como avaliação individual de desempenho.

Competição coletiva é aquela realizada fora do ambiente de aprendizado dos alunos. Como exemplo pode-se citar a competição entre escolas ou clubes de xadrez. Neste método de competição, não só o desempenho individual dos alunos pode ser avaliado como também pode ser realizada a comparação entre métodos, ferramentas e conteúdos de ensino para a atuação em equipe.

CAPÍTULO 4

UMA ARQUITETURA PARA INTEGRAÇÃO DE FERRAMENTAS

Neste capítulo serão mostradas uma visão da arquitetura e uma visão funcionalista da integração dos módulos que foram e estão sendo desenvolvidos como parte da evolução do PROTEX [13]. A visão funcionalista introduzirá o conceito de *shell* de integração, que será o elo lógico e físico entre as diversas ferramentas.

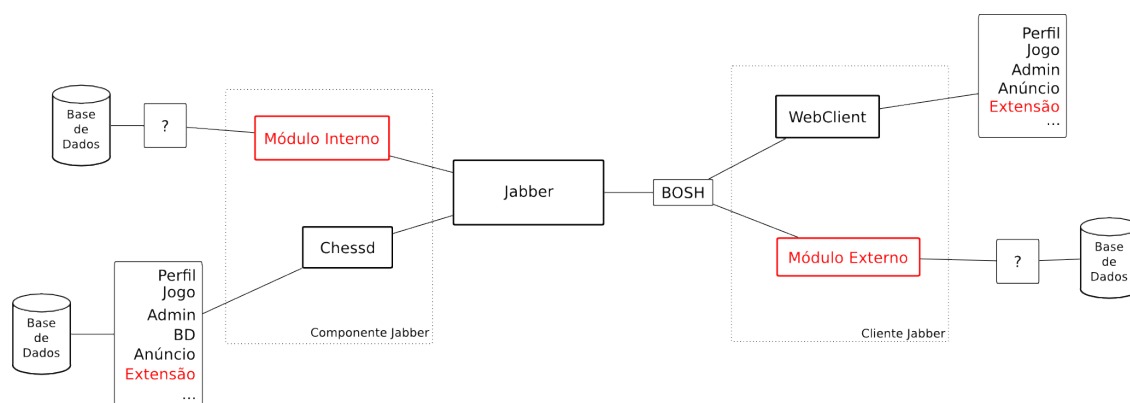


Figura 4.1: Esquema cliente-servidor das ferramentas básicas

Na Figura 4.1 é mostrado como está organizada a estrutura atual servidor e as formas possíveis de estendê-lo. Inicialmente foram identificadas 3 formas distintas de estender as funcionalidades do servidor: (a) adição de um módulo como um cliente Jabber¹ [15] (módulo externo); (b) adição de um módulo como um componente Jabber (módulo interno); (c) extensão do protocolo do servidor de jogos Xadrez Livre.

Módulo Externo - Esta é a forma mais simples e menos dependente da arquitetura atual de se adicionar um módulo ao sistema. Neste caso, o novo módulo é criado independente do sistema. Todo o seu processamento, inclusive o dos bancos de dados, é feito além dos limites do servidor atual. Os únicos pontos de intersecção são

¹O jabber é um servidor que implementa o protocolo XMPP e é responsável pelos controles de comunicação do sistema.

na autenticação e gerenciamento dos usuários, no controle de *chats* e salas virtuais (eletrônicas) e na solicitação de informações disponíveis no servidor Xadrez Livre referentes aos usuários e jogos em andamento ou já realizados. Para a obtenção dessas informações, é necessário o conhecimento do protocolo específico do Xadrez Livre. Pode-se acrescentar também que, teoricamente, qualquer pessoa com interesse em adicionar uma funcionalidade integrada ao servidor pode fazê-lo, pois tudo está disponível como cliente do servidor Jabber.

Módulo Interno - Neste caso, o novo módulo é adicionado ao sistema na forma de um componente do Jabber. O próprio servidor de jogos atualmente em uso é um componente do Jabber, portando é possível que não apenas novas funcionalidades sejam integradas, mas também novos servidores de diferentes jogos heurísticos adversaristas (*e.g.*, Damas, Go e outros). Neste tipo de integração, é necessário que os administradores do sistema forneçam as permissões adequadas aos novos módulos dentro do Jabber.

Extensão do Xadrez Livre - Como o nome já diz, esta forma de adicionar uma funcionalidade ao sistema ocorre estendendo-se a implementação e os protocolos do Xadrez Livre. O Xadrez Livre foi criado de forma a possibilitar este tipo de evolução, porém neste caso não é possível que qualquer pessoa inclua novas funcionalidades, apenas os administradores do servidor em questão. Deve-se dizer também que a interface de utilização do Xadrez Livre é via *webclient*, portanto quaisquer alterações feitas no Xadrez Livre, que se deseja que sejam visíveis aos usuários, deverá conter uma extensão no *webclient* ou em uma interface cliente qualquer.

4.1 Arquitetura Funcionalista

Nesta seção será apresentada uma visão funcionalista da arquitetura do Xadrez Livre (Figura 4.2) e os principais componentes do sistema. Inicialmente são propostos 6 módulos que estão em desenvolvimento ou já estão terminados. Adicionalmente, alguns módulos que já foram desenvolvidos, estão em fase de reformulação para permitir sua integração

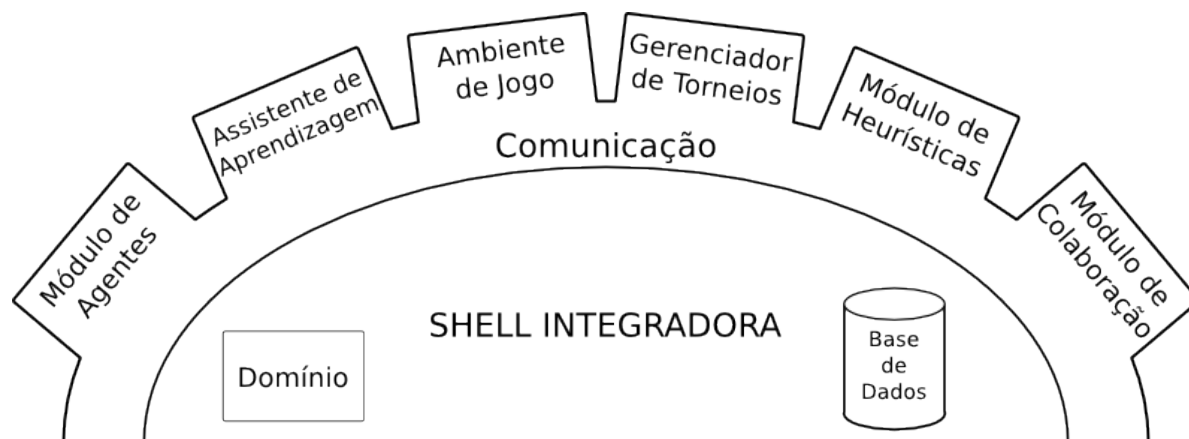


Figura 4.2: Visão funcionalista da arquitetura da shell integradora

aos demais. Os módulos são os seguintes: assistente de aprendizagem (ARARA-X); gerenciador de torneios (SiGT); agentes e suas permissões (PRIORA); definição de táticas e estratégias com parâmetros heurísticos (TEX); ambiente de jogo (XL); ambiente de colaboração (COLAB).

4.2 Assistente de Aprendizagem (Ferramenta de apoio ao auto-estudo)

O módulo ARARA-X (Assistente Remoto de Aprendizagem de Regras com Autoria de material para o Xadrez) inclui toda aplicação que tem o intuito principal de suplementar a aprendizagem e gerar conteúdos para o ensino. Dentro deste módulo, podem estar Sistemas Tutores Inteligentes (STI) das mais variadas naturezas como os descritos no Capítulo 2 e os sistemas de autoria (SA). Como exemplo podemos citar dois sistemas que já foram desenvolvidos e estão sendo aperfeiçoados para o ARARA-X: o JAS (Jogador de Abordagem Socrática) [19] e o XadrEx (Expertise em Xadrez).

O JAS é um STI especializado em criar diálogos socráticos com foco em fatores táticos de jogos educacionais. O protótipo implementado propõe a discussão de fatores heurísticos aplicados ao jogo de xadrez. O XadrEx é um SA que tem nele embutido um shell do tipo “Hipermissão Inteligente/Adaptativa”, mostrado na resenha literária, que permite acesso baseado em um ambiente WEB. Para este trabalho foi desenvolvida um protótipo

minimamente funcional de uma variação do XadrEx que permite a individualização do aprendizado e da evolução dos alunos. Esta variação também tira proveito do ambiente integrado proposto, possibilitando a colaboração durante o processo de auto-estudo.

O protótipo ARARA-X desenvolvido para este trabalho é ligado ao resto do sistema como um módulo externo, ou seja, como um cliente Jabber. Ele consiste basicamente em uma interface acessada via navegador aonde é realizado o login do usuário no servidor Jabber via *bosh*. Após feito o login, este ambiente permite que as lições, que foram previamente inseridas, sejam inspecionadas. Permite que os exercícios sejam feitos e tenham seus resultados gravados em um banco de dados com registros individualizados os usuário, independente da base de dados de jogos.

A grande diferença com relação à versão original do XadrEx é que esta nova versão permite a interação com os outros usuários do sistema enquanto o auto-estudo se desenvolve. Uma vez autenticado pelo Jabber, o usuário é colocado automaticamente na sala de nome reservado “Aprendiz” que é vista por todo o resto do sistema. Em outras palavras, os usuários do módulo de jogo podem auxiliar os aprendizes, dando ênfase neste momento à aprendizagem via colaboração.

4.3 Módulo Gerenciador de Torneios

O módulo gerenciador de torneios SiGT (Sistema de Gerência de Torneios) já possui uma versão funcional, porém não está interligado com nenhum outro módulo. O SiGT foi originalmente criado com o objetivo de permitir a realização de torneios presenciais de forma simples e rápida. O módulo de gerenciamento de torneios foi criado utilizando uma interface WEB com o banco de dados, o que dá a possibilidade de preparar e de visualizar informações dos torneios enquanto eles ocorrem.

Quando tratamos de ambientes de competição e colaboração, o gerenciador de torneios supri principalmente as necessidades da competição. Quando se fala de competição em xadrez, o formato mais utilizado é o sistema de empareiramento suíço [1] [2]. O módulo SiGT possui uma implementação deste sistema de empareiramento utilizando uma interface WEB.

Atualmente se encontra em fase de desenvolvimento uma versão do SiGT que será integrada ao servidor. Esta versão está sendo desenvolvida seguindo o modelo de extensão do Xadrez Livre. O protocolo já em funcionamento será estendido e o banco de dados será alterado para suportar as operações relativas aos torneios *on-line*. Diferentemente da versão inicial do SiGT, a nova versão suportará o empareiramento automático de torneios jogados via servidor, e não apenas torneios presenciais. Portanto, diversas ações que inicialmente eram feitas manualmente poderão ser automatizadas, incluindo a elaboração de cronogramas de jogos e chamada do competidores para tais jogos (ver mais detalhes no Capítulo 5).

4.4 Módulo de Agentes

O módulo de agentes é aonde serão definidos os níveis de utilização dos usuários e administradores. É através deste módulo que as tarefas pertinentes a cada tipo de usuário do sistema são definidas. Agentes podem ser definidos como “... uma entidade de software que funciona de forma contínua e autônoma em um determinado ambiente, frequentemente associado com outros agentes e processos ...” [7].

A priori é possível identificar alguns agentes mais relevantes que poderão fazer parte do sistema, por exemplo: agentes que poderão criar torneios, os que serão árbitros, os que gerenciarão as salas de bate papo, os que poderão inserir lições, os identificados como instrutores, os robôs, e muitos outros. Este módulo deverá ser bem estudado e compreendido para um correto funcionamento do sistema.

4.5 Módulo de Heurísticas

Neste módulo, todos os sistemas de criação, teste e avaliação de heurísticas são conectados ao resto do servidor. O HeuChess+ [8], é uma ferramenta desenvolvida em JAVA e foi criada para permitir a comparação e avaliação de heurísticas definidas a partir da linguagem de representação de parâmetros heurísticos chamada DHJOG [14].

Neste momento ainda não há nenhuma versão que permita que os usuários deste

sistema interajam com o resto do sistema, nem que as suas heurísticas sejam inseridas e executadas. Porém com o desenvolvimento deste módulo, haverá a possibilidade de realização de campeonatos de heurísticas e o seu conseqüente aperfeiçoamento através da troca de idéias com a comunicação dos criadores.

Este módulo também possui uma relação bem próxima com o módulo de aprendizagem. Pode-se utilizar o módulo de aprendizagem para ensinar os conceitos de heurísticas e táticas de jogo e após estes conceitos serem fixados, o aprendizado e aperfeiçoamento das heurísticas são potencializados à medida que o jogador cria as suas próprias heurísticas e as coloca para competir contra outras heurísticas d próprio usuário ou até contra os de outros usuários.

4.6 Módulo do Ambiente de Jogo

O módulo do ambiente de jogo, como o próprio nome já diz, é aonde os aspectos visuais de um jogo propriamente dito são exibidos. É aqui que toda interação com um tabuleiro e as peças, no caso do jogo de xadrez, é feita. O ambiente desenvolvido atualmente ², e que já está disponível para utilização, é um cliente web que utiliza recursos XHTML, Ajax e Javascript/DOM [35].

Este módulo possui ainda diversas funcionalidades associadas à atividade de jogar em si. Algumas dessas funcionalidades permitem ao usuário realizar as seguintes tarefas: (a) desafiar um usuário para jogar de acordo com certos parâmetros de tempo, categoria de jogo, cor de peça e privacidade da partida; (b) listar dados de partidas realizadas com qualquer usuário cadastrado; (c) alterar o perfil pessoal; (d) assistir partidas na sala virtual geral ou em salas virtuais privativas. Muitas outras modalidades de tarefas estão em estudo e implementação e podem ser melhor entendidas em sua profundidade de detalhes por meio de publicação que resume o esquema cliente-servidor subjacente [35].

²Disponível em: <http://xadrezlivre.c3sl.ufpr.br>

4.7 Módulo de Colaboração

O módulo de colaboração trata de todos os meios de comunicação entre os usuários. É nele que são definidas as salas de bate papo, os ambientes de conversa durante uma partida, os espaços de colaboração entre alunos e tutores durante o aprendizado, assim como outras aplicações que lidam com o acesso remoto inter-usuário. É de responsabilidade do módulo de colaboração a criação das salas, a lista de usuários pertencentes às salas, a forma como as mensagens são mostradas, entre outras.

A grande vantagem de concentrar todos os procedimentos de comunicação inter-usuário em um mesmo módulo é a maneira de autenticar os dados de acesso para manter aspectos de segurança do ambiente. Até mesmo nos casos onde os relógios de ambos os jogadores de um tabuleiro pode sofrer adulteração, este módulo de colaboração entra como um padronizador da troca de mensagens entre ambos os clientes do mesmo jogo. Adicionalmente, com a ampliação das tarefas que o diversos agentes (ver Módulo de Agentes na Seção 4.4) poderão realizar no futuro, as permissões de cada agente terão que ser representadas também neste módulo de colaboração para que a comunicação tenha suas restrições verificadas antes mesmo de ser estabelecida.

CAPÍTULO 5

MÉTODOS E FERRAMENTAS PARA GERÊNCIA DE COMPETIÇÃO

Neste capítulo serão explorados alguns métodos de empareiramento de torneios de xadrez, dando-se maior ênfase ao empareiramento suíço. Serão também apresentadas algumas soluções e ferramentas para a realização e gerenciamento destes torneios implementadas durante o presente projeto de mestrado.

5.1 Método e Ferramenta de Empareiramento

Existem muitas formas de organizar campeonatos, porém nem todas geram um resultado final que realmente condiz com a capacidade ou superioridade de uns sobre os outros. Outro problema que pode ocorrer é que em alguns métodos, para se resolver esse problema e garantir a coerência dos resultados, um número muito elevado de partidas é necessário.

Um dos métodos mais utilizados e que normalmente não produz resultados muito coerentes para os times que não ficaram na primeira colocação é o sistema de eliminação simples, também conhecido como *playoffs*. Neste tipo de torneio, a cada jogo realizado, um dos oponentes (o perdedor) é eliminado e o vencedor segue para a fase seguinte. Neste caso pode-se perceber facilmente que caso o primeiro jogo dos dois melhores jogadores ou times seja um contra o outro, a colocação de um dos dois não será a sua colocação real. Para prevenir este tipo de má avaliação, duas variações podem ser utilizadas: (a) os jogadores que vão sendo eliminados vão para uma repescagem e têm a chance de provar sua superioridade; (b) o empareiramento inicial é planejado de forma que os melhores jogadores (segundo critérios pré-definidos, tal como ranking no caso do xadrez) são empareirados de maneira a se encontrarem apenas nas fases finais.

Outro método bastante conhecido é o *round-robin*, ou apenas todos-contra-todos. O nome já deixa claro como é realizado o empareiramento, todos os jogadores jogam contra

todos. Neste caso pode-se garantir que a classificação final do campeonato é realmente condizente à capacidade do jogador/time em relação aos outros, ou seja, o melhor ficará em primeiro, o segundo melhor ficará em segundo e assim por diante. O grande problema deste tipo de empareiramento é a quantidade excessiva de jogos que devem ser realizados. Apenas para se ter uma idéia, em um torneio com 12 jogadores seriam necessárias 11 rodadas e 66 jogos. Expandindo, em um torneio com n jogadores, seriam necessários $\frac{n}{2}(n-1)$ jogos.

Uma alternativa que tenta balancear as vantagens e desvantagens dos outros sistemas de empareiramento é o sistema de empareiramento suíço, o qual é explorado nas subseções seguintes.

5.1.1 O empareiramento suíço

Quando são realizadas competições de xadrez de grande escala, ou seja, com muitos jogadores, algumas formas de empareiramento são inviáveis, pois gerariam um número muito grande de partidas. Então, como conseguir, com um pequeno número de partidas (idealmente, o menor possível, mas sem garantia), levar o melhor jogador do torneio realmente a ficar em primeiro lugar? Pensando nisso foi desenvolvido o método suíço de empareiramento.

A forma mais exata de garantir que a tabela final de classificação em um torneio realmente expressa a colocação de um jogador é fazer com que todos os jogadores joguem uns contra os outros tanto com as peças brancas quanto com as peças pretas. Porém, em torneios reais típicos, isto quase nunca é possível (exceto em torneios com poucos jogadores). Logo, precisa-se de uma forma mais eficiente de escalonamento das partidas. Atenção ao fato de que o termo “eficiente” deve ser entendido neste caso como uma qualidade do processo de encontrar a classificação mais próxima à real, com um pequeno número de partidas.

5.1.1.1 Conceitos básicos

Como no método de empareiramento suíço o objetivo é garantir que a posição final do jogador seja a mais correta possível no menor número de jogos possível, o foco principal é fazer com que os melhores jogadores do torneio se enfrentem entre si. Isso deve ocorrer sem que haja a necessidade de que jogadores de nível mais alto joguem contra jogadores de nível mais baixo, o que normalmente acarretaria em uma vitória do jogador que está melhor classificado.

As regras básicas deste método incluem:

- nenhum jogo é jogado duas vezes (independente da cor em cada jogo);
- todos os jogadores jogam a mesma quantidade de partidas (exceto com número ímpar de jogadores ou no caso de *WO*)
- nenhum jogador joga 3 vezes seguidas com a mesma cor de peça
- preferência para a alternância de cores;
- vitória vale 1 ponto, empate vale meio ponto e derrota 0 (zero) ponto (pode variar de torneio para torneio).

Quando existe um número ímpar de jogadores, a cada rodada um jogador deverá ficar sem jogar. Neste caso diz-se que o jogador jogou contra o *bye* para efeitos de empareiramento. O jogador recebe um ponto como se houvesse jogado e ganhado. Normalmente o jogador pior classificado até o momento é o jogador que jogará com o *bye*, contanto que ele não tenha ficado nenhuma rodada sem jogar.

5.1.1.2 Dinâmica do empareiramento

Quando se empareira uma rodada utilizando o sistema suíço, inicialmente organizam-se os jogadores em ordem decrescente da quantidade de pontos obtidos no torneio até o momento. Caso a rodada empareirada seja a primeira do torneio, pode-se utilizar algum critério inicial de correspondência de capacidade, tal como o *rating* do jogador, a sua

graduação, a ordem alfabética dos nomes dos competidores, ou até mesmo uma ordem gerada de forma aleatória

Após registrados os resultados da rodada que acabou de acontecer, tenta-se separar em grupos os jogadores com a mesma quantidade de pontos e estes grupos são divididos em 2 sub-grupos cada. Por exemplo, após a primeira rodada, caso não haja empates, existirão 2 grupos e cada grupo será dividido em 2, como mostra a Figura 5.1. Neste caso os 3 primeiros serão emparelhados com os 3 seguintes caso as regras básicas sejam satisfeitas. Nos casos em que algum jogador do primeiro grupo não puder ser emparelhado com ninguém do primeiro grupo ele pode ser movido para o grupo abaixo (ou acima, quando for o caso).

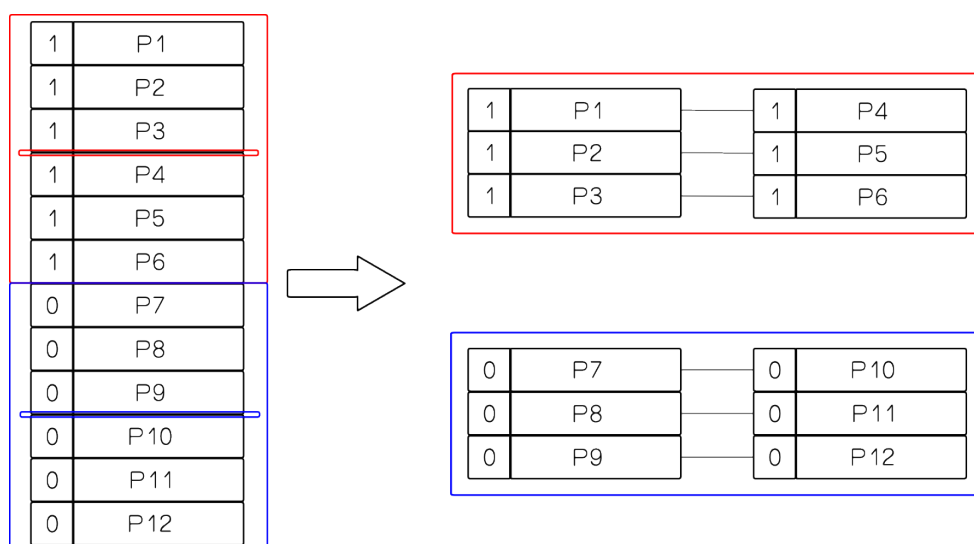


Figura 5.1: Emparelhamento da segunda rodada do método suíço sem empates

Algumas regras são invioláveis, outras podem ser quebradas para permitir um emparelhamento mais eficiente, ou mesmo possível. Por exemplo, a regra de que um jogador que não jogou um jogo (tanto por já ter jogado com o *bye*, quanto por ter vencido por *WO*) não pode ser emparelhado com o *bye* novamente não pode ser quebrada em hipótese alguma. Enquanto a regra de alternar as cores das peças é mais uma recomendação do que uma regra, portanto haverá casos em que um jogador deverá jogar duas vezes seguidas com as peças brancas ou pretas.

5.1.1.3 Aspectos complementares

O sistema suíço de empareiramento foi utilizado pela primeira vez em um torneio de xadrez em Zurique na Suíça (daí o nome empareiramento suíço), em 1895. Apesar de ter sofrido algumas mudanças durante os anos, continua sendo uma das melhores formas de empareiramento, não apenas para torneios de xadrez, mas para todo tipo de jogo adversarista.

Para que seja determinado um vencedor claro, normalmente são necessárias a mesma quantidade de jogos que o método de eliminação simples, que é o logaritmo binário da quantidade de jogadores do torneio ($\log_2 n$) arredondado para cima, ou seja: torneios com 5-8 jogadores são necessários 3 rounds, de 9-16, 4 rounds, de 17-32, 5 rounds e assim por diante.

As principais vantagens do sistema suíço são o fato de garantir que todos os jogadores terão o mesmo número de partidas ao se inscrever em um torneio (exceto quando há número ímpar de inscritos), o resultado final apresenta a força relativa entre todos os competidores e não apenas o melhor e sem precisar de um número muito grande de partidas.

A grande desvantagem do sistema suíço é principalmente uma questão psicológica para a audiência do torneio, pois como não há um jogo que define o grande campeão, não há o entusiasmo nas partidas finais como ocorre em uma final de *playoffs*, onde os grandes vencedores jogam um último jogo para decidir quem será campeão. Para isto, uma variação do método suíço prevê que os melhores classificados deverão enfrentar-se para decidir o melhor.

5.1.2 O algoritmo de empareiramento

O tipo de empareiramento utilizado, como já foi dito, é o empareiramento suíço. Para a realização do empareiramento no SiGT, foi utilizada uma variação do programa *Mamer* (Manage Me), que foi desenvolvido inicialmente para o suporte à torneios do FICS (Free Internet Chess Server). O Mamer é um programa escrito em C++ e possui licença GPL (*GNU General Public License*).

No SiGT, quando é dado o comando para o empareiramento, o Mamer é chamado e faz as consultas necessárias para a captação do estado atual do torneio. Após realizadas as operações para encontrar a melhor forma de empareirar os jogadores (o empareiramento propriamente dito), os novos jogos são inseridos diretamente no banco de dados e um retorno de sucesso ou falha é enviado ao SiGT.

5.1.2.1 O algoritmo de busca

Pode-se enxergar o problema de empareiramento como um problema de busca por satisfação de restrições (PSR), aonde o que é buscado é a melhor forma (ou alguma forma) de empareirar a rodada seguinte tendo em vista as regras (restrições) do método. Ao PSR pode-se aplicar heurísticas que têm como objetivo reduzir o número de passos (verificações de restrições) para encontrar estados finais (solução ou erro). As principais (não as únicas) heurísticas de busca por satisfação de restrições são a da “variável mais restrita”, da “variável mais restritiva” e do “valor menos restritivo”.

Antes de explicar melhor estas heurísticas é necessário apresentar os atributos do PSR. Inicialmente tem-se um **conjunto de variáveis**, e estas variáveis podem assumir um **conjunto de valores** em um domínio. Em seguida tem-se um **conjunto de restrições** que especificam as propriedades da solução, ou seja as regras de atribuição de valores. Tem-se a **função de avaliação**, que especifica quão bom é um determinado conjunto de atribuição de valores e o **estado**.

No caso do empareiramento, estes atributos podem ser vistos da seguinte forma. O conjunto de restrições são as regras do empareiramento, o conjunto de variáveis são os jogos que serão formados e o conjunto de valores é a combinação das duplas de jogadores de cada jogo. Baseado nas restrições, são atribuídos aos jogos os jogadores que lhes cabem.

Variável mais restrita - a variável que é avaliada por primeiro é aquela que possui menos opções de valores possíveis (menor número de valores disponíveis em seu domínio). No caso do empareiramento com esta heurística, na árvore de busca, o primeiro jogo que seria avaliado seria o que possui menos possibilidades de combinação de jogadores. Isto é feito para evitar seguir por um determinado caminho

na árvore e no final, a variável que era sabidamente a mais restrita não possa ser valorada.

Variável mais restritiva - a variável que é avaliada é a que causa o maior número de restrições nas variáveis que restaram (variável envolvida em mais restrições). No caso do empareiramento, o primeiro jogo avaliado seria o jogo em que os jogadores tem o maior número de restrições para jogar com outros jogadores. A lógica desta heurística é que se uma variável está envolvida em um grande número de restrições, quanto menor o domínio dela, mais difícil é de se atribuir um valor à ela.

Valor menos restritivo - a variável que é avaliada é a que receberá o valor que causa o menor número de restrições nas variáveis que restam (valor menos presente nos domínios das variáveis). No caso do empareiramento, o primeiro jogo avaliado é aquele em que um dos jogadores tem o menor número de possibilidades de empareiramento. Isto é feito para diminuir a chance do valor não conseguir ser atribuído à nenhuma variável devido ao baixo número de variáveis que a aceitam.

Na implementação do algoritmo de busca utilizado no SiGT apenas partes do algoritmo de busca por satisfação de restrições foi utilizado, e muito pouca heurística para a otimização.

5.2 Ferramenta SiGT de Gerência de Competição

Quando falamos de ferramentas de apoio à gerência de competições que utilizam o método de empareiramento suíço (não necessariamente apenas o xadrez), a principal delas é o *Swiss Perfec*. Apesar de ser um software muito utilizado e que faz o que se propõe a fazer (empareiramento rápido e com uma interface acessível), ele tem algumas desvantagens. Primeiramente ele é um software proprietário e comercial, portanto tem um custo para a sua utilização. O segundo ponto fraco é que ele é um software de acesso local e deve ser instalado na máquina que irá gerenciar o torneio, e isto leva a mais dois problemas: (a) não existe (ou é inerente à organização da competição) a divulgação em tempo real

das informações; (b) não há suporte ao gerenciamento integrado de torneios que ocorrem online.

O SiGT (Sistema para Gerenciamento de Torneios de Xadrez)¹ foi desenvolvido em parceria com o CEX (Centro de Excelência de Xadrez) como parte do PROTEX [13] e teve como produto final um sistema capaz de criar e gerenciar campeonatos, facilitar o processo de inscrição dos jogadores e permitir o acompanhamento em tempo real, através de uma interface simples e disponível em qualquer lugar via navegador *web*.

A seguir serão apresentadas as principais funções do sistema e a sua interface. Também serão discutidos alguns pontos sobre detalhes de implementação, a arquitetura e as decisões que foram tomadas durante o desenvolvimento do sistema.

5.2.1 Aspectos Lógicos

O SiGT foi inicialmente desenvolvido para atender a uma demanda muito específica do CEX: a organização do circuito escolar paranaense de xadrez. Por este motivo, algumas das soluções foram desenvolvidas para serem aplicadas neste contexto. Inicialmente pode-se citar a estrutura de organização dos torneios em *evento*, *etapa* e *categoria*. Isso foi feito dessa maneira pois precisava estar em sintonia com a estrutura utilizada para a organização tradicional de tal série de eventos. Cada evento possui uma ou mais etapas e cada etapa possui uma ou mais categorias. Por exemplo, no caso do circuito escolar, o evento é “VII Circuito Escolar de Xadrez”. O circuito foi dividido em 5 etapas, sendo que cada etapa era realizada em um dia e em um local diferente. Em cada uma das etapas existiam 13 categorias que eram as séries que os jogadores estavam e cada série jogou apenas entre si.

No início do desenvolvimento, os jogadores podiam estar vinculados apenas às escolas e somente às escolas que haviam sido inseridas previamente. Atualmente o sistema suporta o cadastro tanto de escolas como de qualquer outro tipo de equipes. Por exemplo, se deseja-se realizar um torneio entre clubes, basta que um administrador cadastre o tipo de equipe “Clube” e as equipes que serão clubes. Cada jogador pode estar vinculado a uma

¹<http://www.cex.org.br/html/sigtchess/>

legiado para incluir e excluir equipes, tipos de equipes e cidades, e unificar cadastros de usuários.

Para um usuário tornar-se um jogador de torneios dentro do sistema, basta que ele faça um cadastro simples no local correto, vincule-se aos times dos quais que ele faz parte, e inscreva-se nos torneios que lhe interessam. Os usuários que não pretendem organizar campeonatos, não necessitam de senha. Já os usuários que desejam gerenciar torneios precisam preencher um cadastro mais completo, onde é pedida uma senha que dará acesso às áreas restritas do site.

5.2.3 Interface

Como as funções do SiGT podem ser divididas em 3 categorias, os detalhes da interface também serão apresentados seguindo esta divisão. Após a apresentação da interface inicial, que é visível a todos os usuários, serão mostradas as telas das operações que os jogadores de campeonatos podem acessar. Em seguida, aparecem as operações que os gerentes de torneios têm acesso e, finalmente, as operações relativas aos administradores.

Ao acessar a página do SiGT o que é visto é a Figura 5.3. Nesta tela é possível verificar que há um menu à esquerda. Este menu fica visível durante quase toda a navegação, e varia de acordo com o tipo do usuário utilizando o sistema.

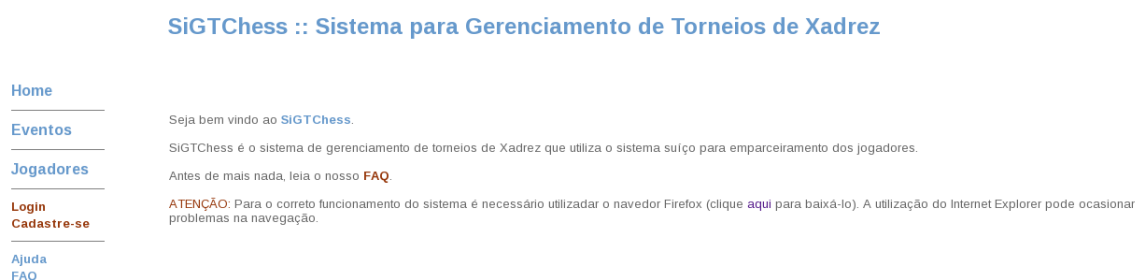


Figura 5.3: Tela inicial do SiGT

5.2.3.1 Jogadores

Os usuários do sistema que serão apenas jogadores de torneios (não irão gerenciar nenhum torneio) não necessitam autenticar-se no sistema para realizar as suas operações. Quando este usuário pretende participar de um torneio e não está cadastrado, ele deve clicar na opção **Jogadores** do menu à esquerda e então clicar em **Novo**. Isto feito, uma caixa com os campos a serem preenchidos aparecem. Após preencher os campos e clicar em **Ok**, esta caixa é expandida e é possível vincular-se aos seus times. A sequência descrita pode ser vista na Figura 5.4:



Figura 5.4: Sequência de inclusão de jogador.

Além disso, no link **Jogadores** existe a opção **Editar**, onde é mostrada uma caixa para pesquisa do jogador (Figura 5.5) que pode ser realizada pelo nome ou data de nascimento. Uma vez encontrado o jogador, é possível editar os seus dados e seus times na caixa de dados do jogador mostrada na Figura 5.4(c).



Figura 5.5: Caixa de procura de jogadores.

Na opção **Eventos** é possível visualizar os dados dos Eventos, suas Etapas e suas Categorias, além de acompanhar os inscritos, o andamento e o resultado dos mesmos. A

Figura 5.6 mostra as telas à medida que são selecionadas as opções. Clicando em **Eventos** no menu da esquerda a tela mostrada na Figura 5.6(a) aparece. Clicando em **Procurar** uma caixa de pesquisa (Figura 5.6(b)) aparece e quando um torneio é encontrado e selecionado a caixa de pesquisa desaparece, as informações do campeonato e um campo para a escolha da etapa são mostrados (Figura 5.6(c)). Selecionando uma das etapas exibidas na lista, os dados desta etapa também aparecem (Figura 5.6(d)) e da mesma forma também aparece um campo para seleção da categoria. Uma vez selecionada a categoria, os seus dados também são mostrados.



Figura 5.6: Sequência de visualização de eventos.

No campo onde são apresentados os dados do evento, existem 2 links: um para visualizar os arquivos relacionados ao evento (regras, comunicados, etc, ...) e outro para selecionar outro evento. No campo da etapa é possível visualizar todos os inscritos na etapa (todas as categorias) e no campo da categoria é possível ver os inscritos na categoria selecionada e ver o andamento ou o resultado final do campeonato dependendo do estado do mesmo. Mais adiante será possível verificar que quando o usuário foi autenticado no sistema (fez login) ele possui outras opções além destas.

5.2.3.2 Gerentes de torneios

Para os gerentes de torneios, a grande diferença está no fato de que as opções que são apresentadas a ele ao clicar no link **Eventos** do menu da esquerda aparecem em maior quantidade. Em outras palavras, além de poder encontrar um torneio existente, ele pode criar um torneio e adicionar suas etapas e categorias. A Figura 5.7 mostra a sequência de passos para criar um torneio e suas etapas e categorias. Após clicar no link **Eventos**, a tela mostrada na Figura 5.7(a) aparece e clicando em **Novo** uma caixa para preenchimento dos dados do novo torneio aparece (Figura 5.7(b)).

Após criado o evento, os dados do mesmo ficam visíveis (Figura 5.7(c)). Clicando no link **Adicionar Etapa** uma caixa para inserção dos dados da nova etapa aparece (Figura 5.7(d)). Da mesma forma, clicando no link **Adicionar Categoria**, uma caixa para preenchimento dos dados da categoria aparece (Figura 5.7(e)).



Figura 5.7: Sequência de inclusão de eventos.

Ao final, a tela apresentará os dados do evento, da etapa e da categoria que foram criados (Figura 5.8). Esta tela também será apresentada caso seja seguido o mesmo processo da Figura 5.6 quando o usuário for um gerente do torneio selecionado.

Os links que aparecem no campo com os dados do torneio são:

Encerrar - define o status do torneio como encerrado;

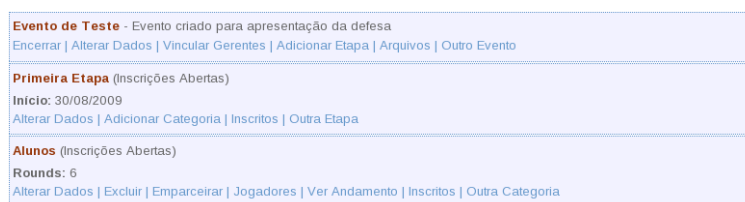


Figura 5.8: Tela após criar/selecionar eventos que o usuário é gerente

Alterar Dados - abre uma caixa contendo os dados do torneio e permite que eles sejam alterados;

Vincular Gerentes - abre uma caixa que permite a inclusão de outros usuários do sistema (s usuários cadastrados nesta opção também terão poderes de gerente neste campeonato);

Adicionar Etapa - como já foi explicado, permite a criação de uma nova etapa no torneio;

Arquivos - permite a inserção de arquivos relacionados ao torneio;

Outro Evento - fecha o campo com os dados do evento e permite outra consulta à outro evento.

No campo de etapas, a única diferença para o que é possível visualizar sem ser gerente do torneio é o campo **Alterar Dados**, que também permite a alteração dos dados da etapa. Já no campo de categoria, 4 novos links aparecem. O link **Alterar Dados** para alteração dos dados da categoria, o link **Excluir** que permite a exclusão da categoria, o link **Emparceirar** que abre a caixa de empareiramento da categoria e o link **Jogadores** que permite que os jogadores sejam vinculados à categoria que pretendem jogar.

A tela que aparece ao clicar no link **Jogadores** é apresentada na Figura 5.9. Nela estão presentes a lista de jogadores já inscritos na categoria e uma opção de buscar jogadores e inseri-los na categoria.

O processo de empareiramento se inicia ao clicar no link **Emparceirar**. Neste caso a tela apresentada na Figura 5.10 aparece contendo o empareiramento da rodada atual.

Figura 5.9: Tela após criar/selecionar eventos que o usuário é gerente

Após inseridos os resultados dos jogos (campos **WO** e **Resultado** de cada jogo) e clicando em **Gravar Resultados**, os resultados são enviados ao banco de dados e a próxima rodada é gerada por meio de um re-emparceiramento. Isto é feito até que todas as rodadas da categoria sejam jogadas ou não seja mais possível emparceirar.

Resultados gravados com sucesso! O número de rodadas previsto foi alcançado!

evento de teste - primeira etapa - alunos

Rodada: | 1 * | 2 * | 3 * | 4 * | 5 * |

Mesa	WO	Peças Brancas	Resultado	Peças Pretas
1	<input type="checkbox"/>	Aor06 (4)	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Ear07 (1.5)
2	<input type="checkbox"/>	Bdfail (4)	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	Nerdalhada (2)
3	<input type="checkbox"/>	Hashi (2.5)	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	Kawabanga (1)

Encerrar Categoria Voltar

Figura 5.10: Emparceiramento

5.2.3.3 Administradores

Os administradores têm permissão para, além de fazer tudo o que os gerentes fazem, unificar cadastros e controlar os dados sobre as cidades cadastradas, os times cadastrados e os tipos de times. O menu lateral que aparece quando um administrador é autenticado apresenta algumas diferenças como pode ser visto na Figura 5.11. Três links extra aparecem: **Gerenciar**, **Administradores** e **Unif. Cadastros**.

O link **Gerenciar** mostra a tela da Figura 5.12(a) quando clicado. Nesta tela é



Figura 5.11: Menu dos administradores

possível adicionar, editar ou excluir os registros de cidades, equipes e tipos de equipes. Já as Figuras 5.12(b) e 5.12(c) mostram o processo de unificação de cadastro de jogadores que foram registrados mais de uma vez. Para unificar o cadastro, basta encontrar os dois registros do jogador (Figura 5.12(b)) e clicar em **Unificar**. Uma nova tela contendo os dados dos dois cadastros é mostrada e basta selecionar quais informações deverão ser mantidas. Todos os registros referentes ao usuário excluído são convertidos para o novo cadastro no banco de dados.

Gerenciar

Tipos de Equipes

Tipo:

Equipes

Nome:

Cidades

Nome:

Unificar Cadastros

Cadastro 1:

Cadastro 2:

Unificar Cadastros

Dados dos Jogadores

	CADASTRO 10	CADASTRO 9
Nome:	Henrique Barbieri	Henrique Teske Barbieri
Sexo:	M	M
E-mail:	henriqueb@hotmail.com	henriqueb@gmail.com
Nascimento:	16/10/1987	16/11/1982
Rating:	1.7777777777778	1.7777777777778
Times:		
bccchallenge	nenhum	bccchallenge

(a) Gerenciar

(b) Encontrar

(c) Dados

Figura 5.12: Opções para administradores.

5.2.4 Aspectos Complementares

Como o SiGT foi desenvolvido para o gerenciamento de um torneio escolar. Devido a isso, diversas adaptações foram necessárias para que algumas situações adversas fossem

suportadas. Por exemplo, é possível incluir jogadores durante a competição, pois em alguns casos as escolas responsáveis pelo transporte dos alunos até o local de realização do evento falham. Isso causa problemas de atraso da chegada de competidores, fazendo com que todos os alunos da escola iniciem suas atuações em rodadas avançadas.

Outra adaptação foi o fato de que é possível alterar o resultado de uma partida, mesmo que a rodada seguinte já tenha sido jogada. Isto é possível pois como um único arbitro controla diversas partidas e pode ocorrer erro na anotação dos resultados, ou qualquer outra situação em que seja inserido um resultado errado.

Já se encontra em fase de desenvolvimento a versão do gerenciador de torneios que funcionará integrada ao servidor Xadrez Livre. Isso permitindo o gerenciamento de torneios com jogos online, via servidor, cujos resultados já serão automaticamente registrados na base dados para permitir o re-emparceiramento. A interface, que já está em estágio avançado de desenvolvimento, será reformulada, adequando-se aos padrões visuais da interface de jogo do servidor Xadrez Livre atual.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

Neste trabalho foram apresentados conceitos, ferramentas e definições estruturais que têm como objetivo principal aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizado no contexto de jogos heurísticos. O foco específico em jogos heurísticos teve apoio no fato de que diversos estudos mostram que este tipo de jogo traz um benefício principalmente no desenvolvimento do raciocínio lógico.

O projeto maior no qual este trabalho se apóia é conhecido como PROTEX, que é o projeto de tipificação do ensino de xadrez nas escolas públicas brasileiras. O PROTEX, que tem apoio do Ministério da Educação, desde a sua concepção em 2004 já obteve grande avanço na criação de ferramentas de suporte ao ensino do xadrez. Este trabalho teve como objetivos a definição de uma arquitetura capaz de suportar a integração das ferramentas que foram desenvolvidas individualmente e a apresentação das ferramentas desenvolvidas para o apoio educacional.

Uma breve revisão sobre pesquisas na área de ensino tendo o computador como meio propagador mostrou que este é um campo que apesar de bastante estudado no meio acadêmico, muito pouco vem sendo utilizado na prática de ensino. Isto se deve ao fato de as ferramentas utilizadas, principalmente para a criação de conteúdo, estarem num estágio de desenvolvimento intermediário, o que ainda torna muito custoso o processo de criação de material. Outro ponto levantado é a utilização de competição no processo de aprendizagem como fator motivador.

As ferramentas e os conceitos de auto-estudo monitorado, competição individual/coletiva e capacitação de instrutores, identificados neste trabalho evoluíram a partir do contato direto com profissionais qualificados do CEX. Estes conceitos foram aplicados em diversos eventos e competições de xadrez realizados no Paraná.

A arquitetura integradora proposta neste trabalho foi desenvolvida tendo em mente a

colaboração e a competição como bases para o aprendizado. O servidor da forma como está organizado atualmente é composta de um servidor jabber, os componentes (chessd) e os clientes (webclient, xadrex). Aqui também foram apresentadas as formas de estender os serviços do servidor, que são: adicionando um módulo externo, que é a inclusão de uma ferramenta que funciona como cliente do servidor, adicionando um módulo interno, que é a criação de um componente jabber e estendendo o os protocolos já existentes e funcionais do Xadrez Livre.

Para este trabalho foi desenvolvido o protótipo de uma nova versão do XadrEx que tira proveito da arquitetura proposta. Este protótipo funciona como um cliente jabber que disponibiliza uma ferramenta de *chat* integrada ao módulo de jogo do servidor. Esta ferramenta tem um banco de dados independente do banco de dados do servidor, e isto faz com que as informações relativas à evolução dos aprendizes possam ser armazenadas o que permite avaliações de evolução por um instrutor designado.

A outra ferramenta apresentada na dissertação é o SiGT, que é um gerenciador de torneios que utiliza o método suíço de empareiramento para a criação dos jogos. Esta ferramenta ainda não está integrada à arquitetura proposta, porém já existe uma versão funcional disponível online, que permite o empareiramento em torneios presenciais.

6.1 Trabalhos Futuros

Apesar de muito já ter sido alcançado desde o início do projeto de tipificação do ensino de xadrez nas escolas públicas brasileiras, tanto na consolidação de conceitos como na criação de ferramentas e na sua integração, um ponto crucial continua quase completamente inexplorado. Quase nada se conhece sobre os detalhes de atividades eletrônicas quando importamos para o mundo computacional os atores do ensino e das competições tradicionais do xadrez. Individualmente, os papéis dos agentes já foram parcialmente explorados para algumas ferramentas do ambiente Xadrez Livre. Isso se sustenta pois, para cada ferramenta de software desenvolvida no Xadrez Livre, foram feitas categorizações de acessos, permissões e papéis, porém, nada disso obedece a um protocolo unificado. O primeiro ponto apresentado como meta a partir deste trabalho é, portanto, a definição

formal e implementação do módulo de agentes integrado à arquitetura proposta.

Uma vez definidos os papéis dos atores no sistema, os demais módulos podem evoluir baseando-se nestas definições. Isto permitirá que duas coisas extremamente importantes para a aplicação dos conceitos de aprendizado por competição e colaboração sejam alcançadas: a identificação de peritos do domínio e a troca de informações tanto sobre conhecimentos como sobre resultados de atividades entre os atores.

Pode-se citar também como trabalhos futuros, o desenvolvimento das ferramentas que já existem afim de adaptá-las aos conceitos apresentados nesta dissertação. Sobre isto é proposta a adaptação (ou reformulação) do gerenciador de torneios (SiGT), do módulo de táticas e heurísticas (TEX) e de seus sub-produtos e do módulo de aprendizagem (ARARA-X) à arquitetura integrada. Com relação ao ARARA-X mais especificamente, propõe-se a conclusão do protótipo apresentado, obtendo-se uma versão estável e que permita a inclusão de material instrucional, de forma organizada, pelos atores designados (professores e enxadristas experientes) seguindo os conceitos de sistemas de autoria.

Finalmente, como meta de longo prazo, pode-se propor a implementação de ferramentas computacionais que permitam a monitoração dos atores do sistema de forma padronizada para os módulos. Da mesma forma, propõe-se a evolução das ferramentas para permitir interações com maior poder pedagógico, de maneira que elas realizem intervenções minimamente inteligentes diante da ausência de atuação de responsáveis pelas tarefas ou mesmo de diante de desvios do que pode ser considerada uma atuação típica do profissional.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Confederação brasileira de xadrez (CBX), 2008.
- [2] Federation internationale des echecs (FIDE), 2008.
- [3] S. Ainsworth e S. Grimshaw. Evaluating the REDEEM authoring tool: Can teachers create effective learning environments? *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 14:279–312, 2004.
- [4] A. Amory, K. Naicker, J. Vincent, e C. Adams. The use of computer games as an educational tool: identification of appropriate game types and game elements. *British Journal of Educational Technology*, 30(4):311–321, 2002.
- [5] S. B. Blessing. A programming by demonstration authoring tool for model-tracing tutors. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8:233–261, 1997.
- [6] D. N. Bogatschov. Jogos computacionais heurísticos e de ação e a construção dos possíveis em crianças do ensino fundamental, 2001.
- [7] J. M. Bradshaw. *An Introduction to Software Agents*. MIT Press, 1997.
- [8] L. Bueno. Conceitos e ferramentas de apoio ao aperfeiçoamento do desempenho de heurísticas de jogos, 2008.
- [9] L. Bueno, A. Direne, A. Guedes, F. Silva, L. Bona, L. García, M. Castilho, e M. Sunyé. Visualização de táticas para apoiar a aquisição de habilidades em jogos educacionais. *Anais do XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação: WIE2008 - Workshop sobre Informática na Escola*, páginas 380–289, Belém-PA, Brasil, Julho de 2008. SBC.
- [10] M. Castilho, M. Sunyé, D. Weingaertner, L. Bona, F. Silva, C. Carvalho, L. García, A. Guedes, e A. Direne. Laboratórios de informática com software livre para atender políticas estaduais do ensino escolar. Paulo Rosa, editor, *Anais do XXVII Congresso*

da Sociedade Brasileira de Computação: WIE2007 - Workshop sobre Informática na Escola, páginas 208–215, Rio de Janeiro, Brasil, Julho de 2007. SBC.

- [11] E. Charniak e D. McDermott. *Introduction to Artificial Intelligence*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1985.
- [12] A. D. de Groot. Memorandum: Chess instruction in school? a few arguments and counterarguments. 1977.
- [13] A. Direne, L. Bona, F. Silva, G. dos Santos, A. Guedes, M. Castilho, M. Sunyé, C. Hartmann, P. de Andrade Neto, S. de Mello, J. Sunyé Neto, e W. Silva. Conceitos e ferramentas de apoio ao ensino de xadrez nas escolas brasileiras. Raimundo Macêdo, editor, *Anais do XXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação: WIE2004 - Workshop sobre Informática na Escola*, páginas 816–825, Salvador, Brasil, Julho de 2004. SBC.
- [14] A. Feitosa, A. Direne, F. Silva, L. Bona, A. Guedes, M. Castilho, M. Sunyé, e L. García. Definição formal de táticas de xadrez por meio da autoria incremental de conceitos heurísticos. *XVIII SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE-2007)*, páginas 244–253, São Paulo, Brasil, Novembro de 2007. SBC.
- [15] Jabber Software Foundation. Extensible messaging and presence protocol (xmpp): Core, Outubro de 2004.
- [16] L. García, R. Mello, A. Direne, e M. Sunyé. An interface environment for learning object search and pre-visualisation. José Cordeiro e Joaquim Filipe, editors, *ICEIS 2008 - Proceedings of the Tenth International Conference on Enterprise Information Systems*, páginas 240–247, 2008.
- [17] F. Gobet e G. Campitelli. Educational benefits of chess instruction: A critical review. *Education and chess*. T. Redman (Ed.), 2009.
- [18] C. Hartmann, A. Direne, L. Bona, F. Silva, G. dos Santos, A. Guedes, M. Castilho, e M. Sunyé. Linguagem e ferramenta de autoria para promover o desenvolvimento de

- perícias em xadrez. Neide Santos e Fernanda Campos, editors, *XVI SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE-2005)*, páginas 656–665, Juiz de Fora, Brasil, Novembro de 2005. SBC-UFJF.
- [19] A. Hobmeir, A. Direne, F. Silva, L. Bona, L. García, M. Castilho, e M. Sunyé. Uma abordagem dialógica alternativa para a aquisição de habilidades táticas em jogos educacionais. *XIV SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE-2008)*, páginas 1–10, Fortaleza, Brasil, Novembro de 2008. SBC.
- [20] Picussa J, L. García, J. Bueno, M. Ferreira, A. Direne L. Bona, F. Silva, M. Castilho, e M. Sunye. A user interface environment solution as an educational tool for an online chess server on the web. *ICEIS 2008 - Proceedings of the Tenth International Conference on Enterprise Information Systems*, Barcelona, Spain, junho de 2008.
- [21] G. Kearsley. Authoring systems in computer based education. *Commun. ACM*, 25(7):429–437, 1982.
- [22] N. Van Labeke. *Prise en compte de l’usager enseignant dans la conception des EIAO. Illustration dans Calques 3D*. Tese de Doutorado, Université Henri Poincaré de Nancy, 1999.
- [23] N. Van Labeke. Multiple external representations in dynamic geometry: a domain-informed design. *AIED’2001 Workshop - External Representations in AIED: Multiple forms and Multiple Roles*, páginas 24–31, maio de 2001.
- [24] A. M. Lesgold. Acquiring expertise. J. R. Anderson e S. M. Kosslyn, editors, *Tutorials in Learning and Memory: Essays in Honor of Gordon Bower*. W. H. Freeman, 1984.
- [25] A. M. Lesgold, H. Robinson, P. Feltovich R. Glasser, D. Klopfer, e Y. Wang. Expertise in a complex skill: Diagnosing x-ray pictures. M. Chi, R. Glasser, e M. Farr, editors, *The Nature of Expertise*. Lawrence Erlbaum, 1989.

- [26] N. Major, S. Ainsworth, e D. Wood. REDEEM: Exploiting symbiosis between psychology and authoring environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8:317–340, 1997.
- [27] D. Martineschen. Alternância entre competição e colaboração para promover o aprendizado por meio de heurísticas de jogos, 2006.
- [28] D. Martineschen, A. Direne, L. Bona, F. Silva, M. Castilho, A. Guedes, e M. Sunyé. Alternância entre competição e colaboração para promover o aprendizado por meio de heurísticas de jogos. Edson Caceres, editor, *Anais do XXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação: WIE2006 - Workshop sobre Informática na Escola*, páginas 1–10, Campo Grande, Brasil, Julho de 2006. SBC.
- [29] T. Murray. Authoring knowledge based tutors: Tools for content, instructional strategy, student model, and interface design. *Journal of the Learning Sciences*, 7(1):5–64, 1998.
- [30] T. Murray. Authoring intelligent tutoring systems: an analysis of the state of the art. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10:98–129, 1999.
- [31] H. S. Nwana. Intelligent tutoring systems: an overview. *Artificial Intelligence Review*, (4):251–277, 1990.
- [32] J. Picussa, M. Ferreira, L. García, A. Direne, J. Bueno, e G. Hallberg. A user-interface environment for an online educational chess server. *IADIS International Conference WWW/Internet – IADIS2007*, páginas 252–257, 2007.
- [33] J. Picussa, L. Garcia, J. Bueno, M. Ferreira, A. Direne, L. Bona, F. Silva, M. Castilho, e M. Sunye. A user-interface environment solution for an online educational chess server. *IEEE-RCIS2008 - Proceedings of the IEEE Research Challenges on Information Science*, páginas 179–186, 2008.
- [34] K. Salen. Gaming literacies: A game design study in action. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, volume 16, páginas 301–322, Julho de 2007.

- [35] R. Suguimoto, G. Ramos, R. Ribas, F. Kuss, U. Bonfim, P. Rocha, E. Ribas, D. Yori-nori, L. Bona, F. Silva, e A. Direne. Arquitetura de servidor de xadrez sobre XMPP com cliente web. páginas 41–44, 2008.